

カナヘビ (*Takydromus tachydromoides*) の卵の 水分吸収に関する覚書

陶 山 好 夫

Notes on the moisture absorption of
Tokydromus eggs.

YOSHIO SUYAMA

爬虫類の卵は発生途上において、水分を吸収して大いさを増して行く。この様相をカナヘビ (*Takydromus tachydromoides*) の卵を材料としてしらべて見た。ここのその結果を記す。

〔方法及び結果〕

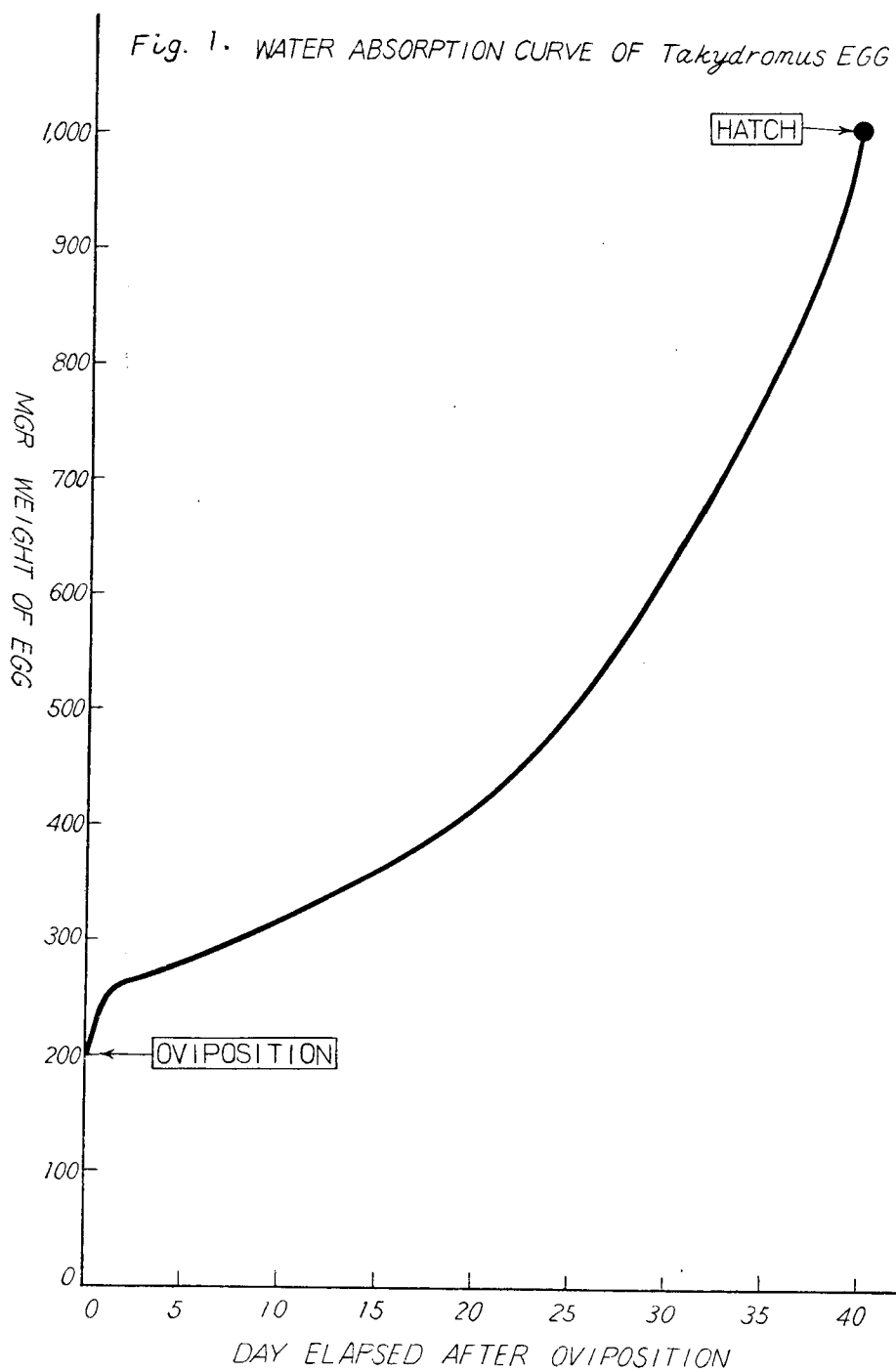
カナヘビは 50 センチメートル平方、高さ 40 センチメートルの金網製の飼育籠で飼育し、卵を発見しやすい様に土は出来るだけ少し入れ、そのかわりに枯草を入れて産卵場所となりうる陰をつくつてやる。産卵の姿勢をとつてゐるのを発見したら、注意して産卵をまち、産卵したら卵をとり卵を一個ずつ重さをはかり夫々別々に、直径 12 センチメートルのペトリ・シャーレ中に蒸溜水をしませた濾紙 2~3 枚を敷き、その上におき、その上に更に同じく蒸溜水を浸みこませた濾紙をかぶせておいた。こうしておくとも卵は、濾紙から水分を吸収して膨大する。濾紙の水分をたえず適度に（しめつてゐるが、シャーレのどこにも水がたまらない程度に）保つ様に時々蒸溜水を滴加し、1~2 日毎に卵の重量をはかつて、増加重量をもつて、吸収水分量と見做した。呼吸のために用いられた物質の減少のための重量減は問題とするにあたらないと思われる。結果を示すと第 1 表の如くである。産卵直後の卵はニワトリの卵の如く光沢があるが、ニワトリの場合は水分のためで、さわると少し粘り気があるが、カナヘビの場合の光沢は蠟様物質が表面にあるための様で、さわるとすべすべした感触がある。それが産卵後一日でその重さの約 25 パーセントの水分を吸収し、表面は光沢なき白色にかわる。重量にして 50 ミリグラム内外の水を吸収する。産卵直後の卵の重量は通常 200 ミリグラムである。第 1 表に示されている重量を平均すれば、200.5 ミリグラム、標準偏差 20.2 ミリグラムとなる。表の最上段のローマ字は卵を生んだ個体を示し、数字は同腹の卵の産卵順序を示している。これから見るに産卵順序と卵の大いさには関聯のないことがわかる。

又産卵直後の卵の大いさと、新生仔の重量との間にも関聯はない。しかし新生仔が雌雄によつて、重量を異にするとすれば尙考慮すべき事が存するが、新生仔の性をしらべなかつたので結論

Table I. Egg weight increases of *Takydromus* eggs according to water absorption in the course of development. (maintained in Petri-dish with moist filter paper at room temperature (24.0°C~29.5°C).

Egg No.	K 1		K 2		K 3		K 4		H 3		H 4		H 5		L 3		A 1		A 2		A 3	
Date of Oviposition	Ⅵ—11		Ⅵ—11		Ⅵ—11		Ⅵ—11		Ⅵ—25		Ⅵ—25		Ⅵ—25		Ⅶ—13		Ⅶ—19		Ⅶ—19		Ⅶ—19	
Egg Weight and Water Absorption	Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg		Wt. of Egg	
Day Elapse	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)	(mg)	Absorbed Water per Day (mg)
0	199		204		192		191		212		214		218		245		170		182		178	
1	246	47	249	45	238	46	235	44	270	58	275	61	277	59	290	45	221	51	232	50	240	62
2	254	8	255	6	247	9	245	10	278	8	283	8	285	8	296	6	234	13	248	16	252	12
3	261	7	262	7	253	6	253	8		11		11		10	9		9		10			9
4	268	7	269	7	258	5	262	9	300	11	305	11	305	10	314	9	253	10	268	10	271	10
5	275	7	273	4	264	6	267	5		7		7		8	6		15		11			12
6	279	4	277	4	269	5	271	4	314	7	319	7	322	9	327	7	283	15	291	12	295	12
7	287	8	283	6	279	10	278	7		12		13		15	13		17		13			17
8	295	8	288	5	287	8	282	4	338	12	345	13	352	15	358	18		17		13		18
9		10		6		12		6		12		8		13	14	334	17	330	13	348		18
10	315	10	300	6	311	12	294	6	363	13	361	8	379	14	386	14		21		28		29
11		8		7		9	304	5		12		9		13	15	376	21	387	29	406		29
12	332	9	315	8	329	9		5	387	12	380	10	406	14		16		15		19		18
13		9		10		10	318	7		11		12		12	417	18		16		19		18
14	351	10	335	10	349	10		7		11		12		12	18	423	16	445	20	460		18
15	361	10	343	8	359	10	322	4	420	11	417	13	442	12	471	18		20		20		22
16	373	12	355	12	371	12	330	8		15		12		9	17		21		20			22
17		17		13		15	10			15		12		10	505	17	485	21	506	21	526	22
18	407	17	382	14	401	15	350	10	465	15	454	13	471	10		18		23		16		24
19		12		10		16				15		14		25		532	24	538	16	575		25

20	432	13	402	10	433	16	367	9	495	15	482	14	522	26	559	18		20		8		22
21		14		9		14		7		20		20		20		28	573	21	555	9	619	22
22	461	15	421	10	462	15	382	8	536	21	522	20	562	20		28		26		10		26
23		13		8		16		8		20		15		21	643	28	625	26	575	10	671	26
24	488	14	438	9	494	16	398	8	577	21	553	16	604	21		30		30		22		34
25		14		10		20		6		13		17		25	704	31		30		22		34
26	516	14	459	11	534	20	411	7	604	14	588	18	654	25		24		31		22		34
27		14		12		12		7		24		22		24	752	24	778	31		23		34
28		15		13		13		7	653	25	632	22	703	25		34		31	687	23	842	35
29	560	15	497	13	572	13	432	7		25		23		35	830	34		40				57
30		17		14		20		9	703	25	679	24	774	36				40				57
31		18		15		20		9		27		41		47			898	40	361		1013	57
32	613	18	541	15	633	21	459	9	785	27	804	42	917	48					(died.)			15
33		22		15		24		— 5		28		42		48			Hatch		Half-way.		1043	15
34	658	23	572	16	681	24	448	— 6		56		74		58	449		Young		of Develop-		Died.	
35		37		27		39		— 46	897	56	952	74	1033	58			188mg					
36	732	37	627	28	759	39	355	— 47							(died.)							Develop-
37		35		19		34		— 8			Hatch				Develop-							ment
38	802	35	666	20	828	35	339	— 8	Hatch			Young	Hatch		completed.							completed.
39		50		39		53						279mg										
40	901	51	745	40	935	54	(died.)		Young				Young									
41				42			Unfer-		254mg				259mg									
42	Hatch		829	42	Hatch		tilized															
43							Egg ?															
		Young	Hatch		Young																	
		268 mg			239mg																	
Average Room Temp. throughout Development (p. m. 5:00)	25.1°C		25.3°C		25.1°C		24.8°C		26.1°C		26.0°C		26.1°C		27.5°C		28.1°C		28.0°C		28.1°C	



は出ない。

産卵後一日で急に水分を吸収して重くなつた卵は、以後毎日 10 ミリグラム内外の水分を吸収して行き、発生 10 日目頃から吸収水分を次第に増し、毎日 20 ミリグラム位となり、孵化 3～5 日前に吸収量は更に増して 1 日 50 ミリグラム位となり、重量が産卵直後の 5 倍位に達して孵化する。温度の調節を特に行なわなかつたので、水分の吸収速度や、孵化に要する日数がまちまちであるが、同腹の卵はほぼ同じ条件下にあつたと思われる。したがつてその水分吸収速度や、孵化に要した日数から、一般的な結論を導き出すことは困難ではない。水分吸収による重量の増加を一般化して曲線を書くと第 1 図の如き曲線がえられる。この曲線は第 1 日目及び孵化直前の急激な水分増加を除くと $(ax+b)^3=y$ なる関係式の、 x, y を夫々縦横軸とした曲線にほぼ一致する様に思われる。このことは卵を球と見なし、卵の比重が水と等しいと考えたとき、卵のあたえられた経過日数における重量は球形である卵の直径の三乗に比例するのであるから、直径の等差級数的増加がみとめられることになる。いいかえれば $(ax+b)^3=y$ において、 a は 1 日の直径の増加分のミリメートル、 x は産卵後の経過日数、 b は最初の直径、 y は日数 x のときの卵の重量を示す。ここに x, y は実測されているわけであるが、 a, b は実際には卵が楕円形であるために、実測していないし、又第 2 表として第 1 表の値より a, b を導き出したときわかることなのであるが、 b はともかくとしては a 実際はある場合は 20 分の 1 ミリメートル位のものであり、しかもミクロンの単位まではかられていることが望ましいので、通常の実験室の器具をもつては測定が困難である。したがつて卵を回転楕円体と見るときは $(ax+b)^2(a'x+b')=y$ の関係式の方が望ましいのであるが、ここに $(ax+b)^3=y$ なる式を適用して、 a 及び b を算出して見ると第 2 表の如きものがえられる。実際には b の想定が困難であるため、2 通りの方法でそれを定めた。一つは第 1 表において、 $b_{1,2}$ として示してあるもので第 1 日目の重量から、第 2 日目の重

Table 2. a_n means the average diameter elongation per day to n th day, calculated from the formula $(ax+b)^3=y$. Meaning of each symbols shows in summary.

	K 1		K 2		K 3		K 4	
	$b_{1,2}=6.19\text{mm}$	$b_{5,10}=6.19\text{mm}$	$b_{1,2}=6.24\text{mm}$	$b_{5,10}=6.21\text{mm}$	$b_{1,2}=6.11\text{mm}$	$b_{5,10}=6.05\text{mm}$	$b_{1,2}=6.08\text{mm}$	$b_{5,10}=6.21\text{mm}$
a_5	0.062	0.062	0.042	0.048	0.060	0.072	0.070	0.044
a_{10}	0.062	0.062	0.045	0.048	0.066	0.072	0.057	0.044
a_{15}	0.061	0.061	0.051	0.053	0.066	0.070	0.051	0.043
a_{20}	0.068	0.068	0.057	0.058	0.073	0.076	0.054	0.047
a_{25}	0.070	0.070	0.056	0.058	0.076	0.078	0.052	0.047
a_{30}	0.071	0.071	0.059	0.060	0.076	0.078	0.051	0.047
a_{35}	0.076	0.076	0.063	0.063	0.081	0.083	$a_{35}0.051$	$a_{35}0.047$
a_{40}	0.087	0.087	0.071	0.071	0.092	0.093		
a_{42}			0.075	0.076				

	H	3	H	4	H	5	L	3
	$b_{1,2}=6.39\text{mm}$	$b_{5,10}=6.37\text{mm}$	$b_{1,2}=6.44\text{mm}$	$b_{5,10}=6.44\text{mm}$	$b_{1,2}=6.45\text{mm}$	$b_{5,10}=6.33\text{mm}$	$b_{1,2}=6.56\text{mm}$	$b_{5,10}=6.39\text{mm}$
a ₅	0.070	0.074	0.068	0.068	0.066	0.091	0.054	0.088
a ₁₀	0.072	0.074	0.068	0.068	0.079	0.091	0.071	0.088
a ₁₅	0.073	0.074	0.068	0.068	0.077	0.085	0.081	0.093
a ₂₀	0.076	0.077	0.070	0.070	0.080	0.086	0.084	0.093
a ₂₅	0.080	0.081	0.074	0.074	0.084	0.089	0.094	0.100
a ₃₀	0.084	0.084	0.078	0.078	0.091	0.095	a ₂₉ 0.098	a ₂₉ 0.103
a ₃₅	0.093	0.093	0.097	0.097	0.105	0.108		

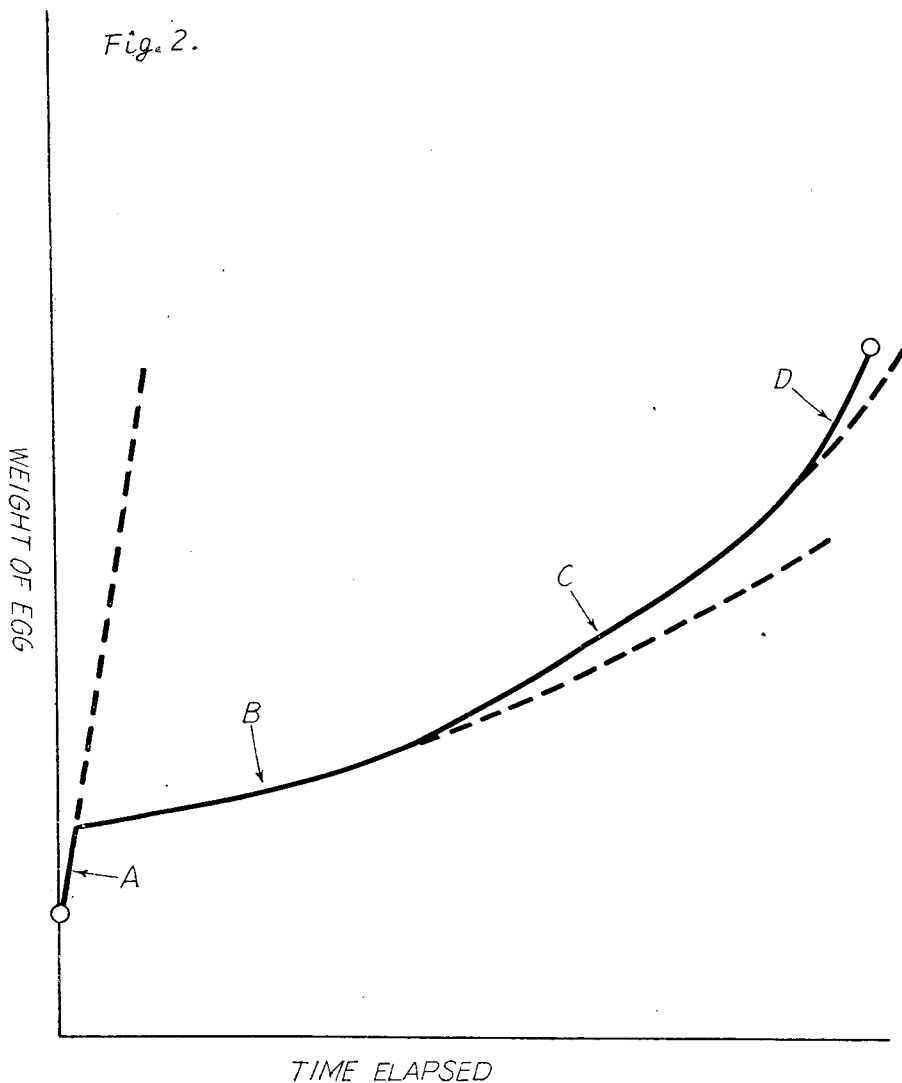
	A	1	A	2	A	3
	$b_{1,2}=5.93\text{mm}$	$b_{5,10}=5.82\text{mm}$	$b_{1,2}=6.00\text{mm}$	$b_{5,10}=5.97\text{mm}$	$b_{1,2}=6.11\text{mm}$	$b_{5,10}=5.90\text{mm}$
a ₅	0.106	0.226	0.106	0.112	0.090	0.132
a ₁₀	0.115	0.126	0.109	0.112	0.111	0.132
a ₁₅	0.113	0.120	0.117	0.119	0.115	0.129
a ₂₀	0.114	0.119	0.108	0.110	0.115	0.126
a ₂₅	0.115	0.119	0.101	0.102	0.117	0.126
a ₃₀	0.119	0.122	a ₂₈ 0.100	a ₂₈ 0.101	0.133	0.138

量への増加分を除去したものの立方根であり、他は $b_{5,10}$ として示してあるもので、第5日目から第10日目への重量変化、即ち $5a+b=y_5\text{mg}$, $10a+b=y_{10}\text{mg}$ の両式から算出したものである。a, b 共に卵を球と見做すときは、表の数値に $\sqrt[3]{\frac{6}{\pi}}$ を乗すべきであるが、膨脹する立方体としての数値がかかっている。b は最初の直径とことわりながら、産卵直後の卵の重量から算出しなかつたのは、初日の水分増加は非常にいちじるしいので、体積増加の割合をくらべる基準となしえなかつたからである。

第2表の a₅, a₁₀, a₁₅, …… とあるのは、第1表の各卵で直径 b を $b_{1,2}$, $b_{5,10}$ などと定めたとき、5日目、10日目、15日目……の夫々の重量により $(ax+b)^3=y$ なる式から算出した直径の1日当りの増加分を示す。重量増加が卵の構成成分の水和にもとづく、三次元の伸張によるとすれば、a は一定値をとるべきである。この場合はもち論卵殻は単純な弾性体、又は可塑性体と考える。そして、第2表は少くとも発生前半ではこの考えが妥当なることを示していると思われる。

K群の卵（K4は除く）について見ると、膨脹の度合いが15日目から、20日目の間で一度増し、更に孵化直前に急増する。H3にも同様の事がいえる。ところがH4, H5, L3, A1, A3, ではこの中間の15日目から、20日目の間の増加がない。これは既に記した様に、温度を調節しなかつたので、気温がたかまると共に発生前半と後半の、水分吸収による膨脹の度合いが等しくなつたためであると考えられる。したがってカナヘビ卵の水分吸収を模式化して示すと第

2図の如くなる。第2図におけるAの部は吸水性の卵内容物が、水を吸収して急激に膨脹して行き、卵殻が急激な伸張をなしうる限界までの重量変化と考えられる。この急激な変化の細部の様相についてはわからないが、卵殻が吸水して膨脹すると考えると都合がよい様に思われる。水を吸って伸張した卵殻が、吸水による伸張の限界に達したとき、卵殻の伸びるのに抗する力のために、重量増加は新たな様相を呈し、Bで示される(第2図)変化過程をたどる。この変化は既に記した様に、卵内容物の一定速度の増量を示している様に思われる。この増量は発生半途で、更に速度をます。この変化を示すのが第2図のCである。これは発生にともなつておこる、生理的变化に由来するものであろう。この変化は温度が高いと、Bが始めから、Cと同じであるため



にあらはれない。

そして孵化直前のはけしい生理的変化は、急激な重量増加となつてあらわれる。これが第2図にDとして示されている変化である。この増加は胚の重量増加という様なことを以てしては説明しえない。B、Cの変化は一応納得できるとしても、A、Dの変化については尙今後の実験により検討するの外はない。BとCとの2つの変化過程に分けるのは、尙疑問があるにはあるが、K群において、未受精卵と思われるK4の変化を見るに、他のものではBとCに分けて変化を見るのに、K4ではBのみしか見られない。したがつてBは卵が生きていさえすれば、生理的変化をともなわずにおこる吸水と考えられる。そしてB、Cという2つの過程は明らかに、区別すべきものであろう。尙先程の説明ではAは全く非生物的变化の如くであるが、たまたま得られた、発見するのがおそかつたため、半ば乾燥してしまつた卵を、湿つた濾紙を入れたシャーレ中に容れ、重量変化を見た所、第3表の様な結果がえられた。

Table 3. Water absorption of dehydrated *Takydromus* eggs

Day Elapse	M 8		M 9		M 10	
	Weight of Egg (mg)	Absorbed Water per Day (mg)	Wt. of Egg (mg)	Absorbed Water per Day (mg)	Wt. of Egg (mg)	Absorbed Water per Day (mg)
0	125		170		161	
1	150	25	196	26	185	24
2	160	10	208	12	193	8
3		6		10		10
4	172	6	229	11	214	11
5		1		3		3
6	174	1	235	3	220	3
7	176	2	238	3	224	4
8	176	0	239	1	233	9
9		0		- 1		0
10	176	0	236	- 2	233	0
11		0		- 1		- 1
12	176	0	234	- 1	230	- 2
13		0		-15		- 6
14		0		-15		- 6
15	176	0	289	-15	211	- 7

M8はほとんど、乾燥してしまつており、M9、M10はかなり水分を失つていたものである。卵の重量のモードを200mgとすればほぼその乾燥の度合は察せられよう。この結果は、M9、M10ではAの説明にほぼ合致する。M8では乾燥はなほだしきため、卵殻が変性したと考えられよう。

〔摘 要〕

1) 産卵直後のカナヘビ卵は、重さ200mg位、で表面は蠟状、1回の産卵数は3～5個、産卵から産卵まで30～50日。

2) 産卵後すぐに、水分を急速に吸収し、1日で、25%位の重量増加が見られる。

3) その後は毎日10mg位ずつ重さを増し(水分を吸収して)、孵化直前に

水分吸収は急に増し、大体始めの重さの5倍になつたときに孵化がおこる。

4) 新生仔の体重は250mg前後、孵化に要する日数は25°Cで43～44日、26°Cで38～39日、28°Cで33～34日と思われる。

5) 卵の水分吸収の様式は、非常にゆつくりおこる、蛋白質の膨潤と考えられるが、その膨脹は第2図に示す、4つの段階がある。それらを決定する要因は未知である。

Summary

The verosity of water absorption in *Takydromus* egg was examined by weight changes. The lizards were kept in a cage (40 cm. x 50 cm. x cm.), and fed with flies. Thus laid eggs were used for the experiment. Just after their oviposition, the eggs of *Takydromus* were weighed ca. 200 mgr. and had waxy surfaces. Each egg was put separately in a petri-dish (12 cm. in diameter) which was lined with few sheets of filter paper damped with distilled water, and the egg was covered with a moist sheet of filter paper, leaving it to absorb water and increase its weight by approximately twenty-five per cent within a day. Thenceforwards it get bigger in consequence of its water absorption at the rate of 10 mgr. or more per day, and a few days before hatching water absorption suddenly increased and a lizard hatched out, when the egg was about five times as weighed as its original state. (see Table I.) The litter's weight was about 250mgr. The number of days required for hatching seems to be the function of temperature, but the exact evidence is not yet obtained. The number of days at average temperature of 25°C is 43 or 44, at 26°C 38 or 39, at 28°C 33 or 34. In natural circumstances, the temperature supposed to be higher, and the days are shorter. If the expansion of the egg is caused by the swelling of protein, and the egg were regarded as a cube, and its specific gravity were same as water's, the formula $\pi/6(ax+b)^3=y$ would pass as showing the rate of water absorption. In the formula the symbols have the following meaning: x = the number of days after oviposition, y = egg weight in mgr., a = the rate of diameter elongation per day in mm., b = initial hypothetical diameter of the egg in mm. Thus a can be calculated from Table I., if b is set. In Table II. $b_{1,2}$ means b which is deduced from the weight changes from the first to the second day, and $b_{5,10}$ means b which is deduced from the weight changes from the fifth day to the tenth day. Now a in Table II. is suggestive of the existence of four steps in the expansion of *Takydromus* egg, as shown Fig. 2, symbolized as A, B, C, D. In Fig. 2 A will be understood as the mechanical expansion until the expanding force of the egg contents is in equilibrium with the elasticity of the shell membrane. B represents the interaction of the egg shell as plastics and the expanding power of the egg contents. C and D may explain the participation of some vital forces, and C will be eliminated by B if the circumstance in which the egg is kept have higher temperature. The increase of egg weight in the case of an unfertilized egg will partly justify this assumption. (see Table I. K 4)